



Aurinkosuojaus opetusmateriaali

Hannu Roivainen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Talotekniikan koulutusoh-
jelma
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka

HANNU ROIVAINEN
Aurinkosuojaus opetusmateriaali

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Toukokuu 2013

Aurinkosuojaus tarkoittaa kaikkia menetelmiä, joilla voidaan hallita rakennukseen saapuvan lämmön ja valon määrää. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua aurinkosuojaukseen sekä suunnitella ja toteuttaa KNX-Finland ry:n käyttöön opetusmateriaali. Aurinkosuojaus opetusmateriaali on jatkoa KNX oppilaitospaketille. Opetusmateriaali on suunniteltu soveltuvaksi toisen asteen ammatilliselle koulutukselle. Opetusmateriaali on toteutettu PowerPoint-esityksenä ja luotu ETS 4 ohjelmistolle.

Opinnäytetyön tuloksena on esitelty Somfy:n aurinkosuojaus opetusmateriaali, joka sisältää viisi harjoitusta sekä moottoriohjaimen käyttöönoton. Opetusmateriaali on suunniteltu KNX oppilaitospaketin lisäosaksi. Opetusmateriaali vaatii ETS 4 ohjelmiston perusteiden osaamisen. Opinnäytetyössä on lisäksi tutustuttu aurinkosuojaukseen yleisesti.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Building services
Electrical building services

HANNU ROIVAINEN
Solar shading teaching material

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 5 pages
May 2013

Solar shading means all the methods that can manage the amount of heat and light arrival into a building. The purpose of this thesis was to become familiar with solar shading, as well as to design and implement teaching material for the use of KNX Finland Association. Solar shading teaching material is a continuation of the KNX educational package. Teaching materials are designed to be compatible with the secondary vocational education and training. Teaching material is taken to a PowerPoint presentation and created for ETS 4 software.

The result of this thesis is presented as Somfy's solar shading teaching materials, which include five exercises and an introduction of the motor controller. Teaching material is designed for an add-on to KNX educational package. The study materials requires ETS 4 criteria for software excellence. The thesis is also acquainted with solar shading in general.

Key words: solar shading, teaching environment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ENERGIATALOUS JA ENERGIASÄÄSTÖ	7
2.1	Energiatalous	7
2.2	Energiasäästöä aurinkosuojauksella.....	9
3	AURINKOENERGIA	10
3.1	Energia	10
3.2	Säteily	10
3.3	Aurinkokulmat	11
4	SISÄYMPÄRISTÖ	12
4.1	Lämpötila	12
4.2	Visuaalinen ilme ja päivänvalo	12
4.3	Kontrasti ja häikäisy	13
5	IKKUNAT JA LASIT	14
6	AURINKOSUOJAUS TEKNIikka	15
6.1	Energiavirrat	15
6.2	Aurinkosuojauksen suunnittelu ja valintakriteerit	17
7	ULKO- JA SISÄPUOLISET AURINKOSUOJARATKAISUT	18
7.1	Ulkopuoliset aurinkosuojaratkaisut	18
7.1.1	Terassimarkiisi	18
7.1.2	Pergolamarkiisi	19
7.1.3	Ikkunamarkiisi.....	19
7.1.4	Screenkaihdin	20
7.1.5	Liukuvarsimarkiisi	21
7.1.6	Julkisivusälekehidin	21
7.1.7	Sälerullain	22
7.2	Sisäpuoliset aurinkosuojaratkaisut.....	22
7.2.1	Rullakaihdin	22
7.2.2	Sälekehidin	23
7.2.3	Plissékaihdin	24
7.2.4	Laskoskaihdin	24
7.2.5	Pystylamellikaihdin.....	25
7.2.6	Pehmeät verhot.....	25
8	AUTOMATIikka	26
8.1	Anturit	26
8.2	Väyläteknikka	30
8.3	Ohjauksen suunnittelu.....	31

8.4 Valaistuksen yhdistäminen	31
9 OPPILAITOSMATERIAALI	32
9.1 Sisältö.....	32
9.2 Komponentit	33
9.3 Harjoitukset.....	34
10 POHDINTA.....	36
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	39
Liite 1. Somfy opetusmateriaali	39

1 JOHDANTO

Aurinkosuojausten suunnittelun tulisi olla automaattisesti osana rakennusprojekteja. Aurinkosuojauksella voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiankulutukseen. Rakennusten energiankulutusta pyritään alentamaan sekä EU:n toimesta että useiden valtioiden kansallisesta toimesta. Aurinkosuojaus on passiivinen jäähdytysenergiaa säästävä ratkaisu. Aurinkosuojauksessa hyödynnetään luonnonvaloa ja auringon lämpösäteilyä.

Aurinkosuojaus tutkitusti vähentää rakennuksen käyttämästä jäähdytysenergiasta jopa 89 %. Aurinkosuojaus yhdistettynä valaistuksenohjaukseen, säästää 39-89 % valaistuksen käyttämästä energiasta. Nykyaikaisilla valaistuksenohjaus mahdollisuuksilla, voidaan yhdessä aurinkosuojausten kanssa luoda viihtyisiä sisäympäristö, jossa valaistustaso on oikea eikä häikäisyä synny.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on aurinkosuojaus opetusmateriaalin suunnittelu KNX Finland ry:lle. Opetusmateriaalin tavoitteena on kertoa aurinkosuojausten mahdollisuuksista ja hyödyistä. Opetusmateriaalin tukena on aurinkosuojaukseen ja sen käyttöön liittyviä harjoituksia. Opinnäytetyön teoria osuudessa on perehdytty aurinkosuojaukseen ja sen suunnitteluun. Opinnäytetyön lähteenä on käytetty Somfy:n aurinkosuojaus materiaalia ja REHVA:n aurinkosuojaus opaskirjaa.

2 ENERGIATALOUS JA ENERGIASÄÄSTÖ

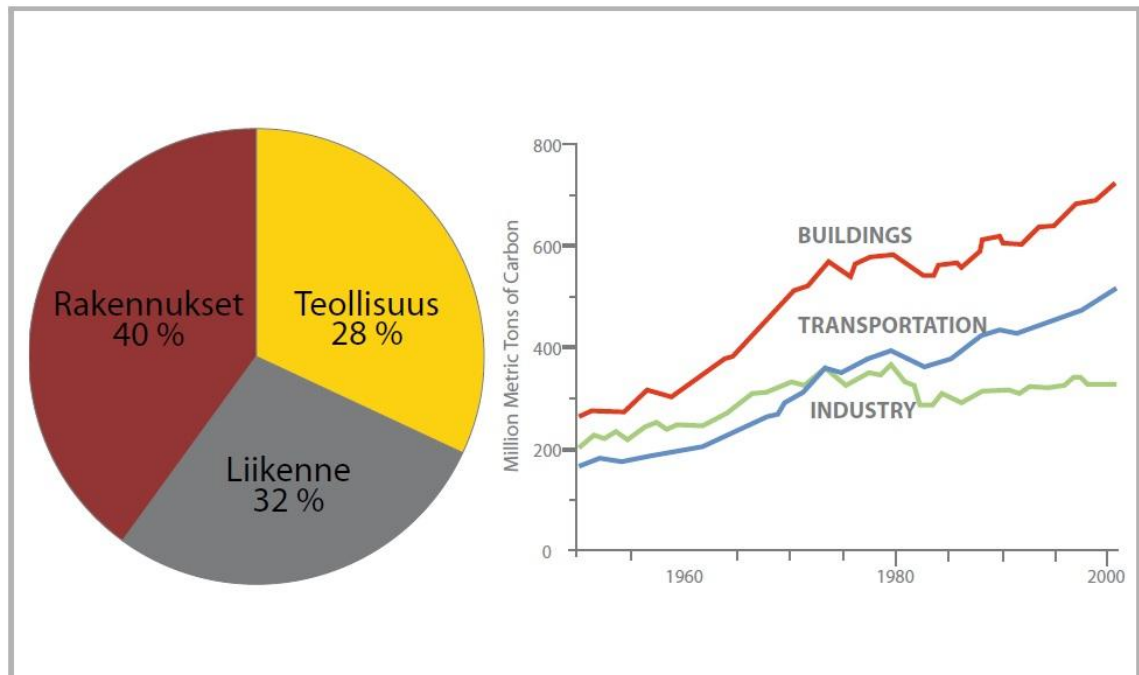
2.1 Energiatalous

Talouden ja ilmastonmuutoksen kannalta oleellista on rakennusten energiankulutuksen vähentäminen. Kyseessä ei ole vähäinen asia, sillä EU:n alueella rakennukset kuluttavat yli 40% primäärienergiasta. Tämä on suurin yksittäinen osuus ja kasvaa jatkuvasti. Energian kulutuksen hillitsemistä varten EU on laatinut jäsenmaitaan velvoittavan rakentamista ohjaavan EPBD-direktiivin (2009/91/EC). (RT 37683, 1; Aurinkosuojaus.fi, artikkeli 3)

EPBD-direktiivi on Euroopan komission vuonna 2002 laatima direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. Se on korvattu uudelleenlaaditulla direktiivillä 2010/31/EU. Direktiivi määrää EU:n jäsenmaita asettamaan vähimmäistason energiatehokkuudelle. Direktiivi koskee uusille ja käytössä oleville rakennuksille. Direktiivillä pyritään lähennollaenergiarakennuksiin julkisrakennusten osalta vuoden 2019 alusta lähtien. Lisäksi direktiivi velvoittaa jäsenmaitaan käyttämään energiatehokkuustodistuksia. Suomessa on asetettu laki rakennuksen energiatodistuksesta (13.4.2007/487). (Laki rakennuksen energiatodistuksesta; EPDB-ohjelma)

Energiatehokkuustodistuksella pyritään ohjaamaan rakennuksen haltijaa tekemään oikeita ratkaisuja energiankulutuksen hillitsemiseksi. Ehdotetut energiansäästöratkaisut eivät ole määräyksiä, vaan suosituksia. Oletettavaa on, että rakennuksen haltijan päätökset energiansäästöissä perustuvat taloudellisiin säästöihin. Tämä ei välttämättä ole kustannustehokkain ratkaisu. Energiatehokkuustodistuksen ehdotukset ottavat huomioon sekä energian- että rahansäästön ja maksaisivat itsensä takaisin muutamassa vuodessa. (EPDB-ohjelma)

Useat valtiot ovat alkaneet kehittää omaa lainsäädäntöään, jotta enimmäiskulutus saataisiin rajoitettua 50 kWh/m^2 .a vuoteen 2015 mennessä. Tällä hetkellä useat vanhat rakennukset voivat kuluttaa jopa 250 kWh/m^2 .a. Uudet matalaenergiatalot jäävät reilusti alle 100 kWh/m^2 .a. (REHVA ohjekirja, 1)



KUVIO 1. Rakennusten osuus maailman hiilijalanjäljestä (RT 37683)

Rakennukset kuluttavat energiaa lämmitykseen, jäähdytykseen ja valaistukseen koko rakennuksen elinkaaren aikana. Energiatalouden kannalta tärkeintä on käyttökustannusten hallinta. Energiankäyttökustannuksia voidaan vähentää eri keinoin. Tärkeää on tehdä oikeat valinnat jo suunnittelun alkuvaiheessa. (Aurinkosuojaus.fi, artikkeli 2; RT 37683)

Lämmitysenergiankulutuksen vähentämiseen vaikuttavat suuresti kehittyneet rakennusten rakenneratkaisut ja ilmanvaihtokoneet. Rakenneratkaisut nostavat rakennuksen jäähdytystarvetta. (Aurinkosuojaus.fi, artikkeli 2; RT 37683)

Jäähdytystarpeeseen vaikuttaa suuresti ikkunoiden pinta-alat. Nykyinen rakennusarkkitehtuuri suosii suuria lasipinta-aloja varsinkin liiketiloissa, mutta myös asumisrakennuksissa. Suuret lasipinta-alat ovat merkittävä tekijä viihtyvyyden lisäämiseksi. Luonnonvalon käyttö on terveellinen sekä energiaa säästävä tapa valaista. Valon- ja lämmön määrän sisään päästäminen on kuitenkin voitava hallita, jotta sisäympäristö pysy miellyttävänä ja jäähdytystarve alhaisena. (Aurinkosuojaus.fi, artikkeli 2; RT 37683)

2.2 Energiasäästöä aurinkosuojauksella

Aurinkosuojaus on passiivinen energiansäätelymenetelmä, joka ei toiminnassaan käytä energiaa. Passiivinen energiansäätelymenetelmä on EPDB-direktiivin (2009/91/EC) ensisijainen suositus. Aurinkosuojauksella voidaan saavuttaa seuraavia etuja:

- Jäähdytyksen vaatima energiantarve voi laskea jopa 89 %.
- Lämmityksen vaatima energiantarve voi laskea jopa 9 %.
- Passiivinen aurinkosuojaus voi jopa kokonaan korvata aktiivisen energiaa kuluttavan jäähdytysjärjestelmän
- Aurinkosuojaus parantaa merkittävästi ikkunan g-arvoa
- Luonnonvaloa oikein hyödyntämällä saadaan säästettyä valaistukseen käytettävää energiaa 39....89 %. (RT 37683)

Oikein suunniteltu aurinkosuojaus säästää muissa rakennuskustannuksissa. Jäähdytyksen vaatiman energiantarpeen pienentyessä myös jäähdytyskoneen mitoitus muuttuu merkittävästi. Aurinkosuojauksen ansiosta ikkunalaseilta ei vaadita kalliita aurinkosuojausominaisuuksia. Tämä alentaa rakennuksien ikkunakustannuksia huomattavasti. (ESCORP-EU25; BELOK tutkimus; Aurinkosuojaus.fi, artikkeli 3)

3 AURINKOENERGIA

3.1 Energia

Aurinko tuottaa tunnissa enemmän energiaa kuin koko ihmiskunta tarvitsee vuodessa, kaikissa muodoissa. Maapalloon osuva osa auringon kokonaisenergiasta ($3,85 \times 10^{26}$ W) on suhteellisen pieni ($1,74 \times 10^{17}$ W). (Solar power for your home)

Kohtisuorassa saapuvan auringonsäteilyn intensiteetti on 1366 W/m^2 ilmakehän yläosassa. Merenpinnan tasossa intensiteetti on kuitenkin pienempi, johtuen säteilyn sironnasta ja sitoutumisesta ilmakehässä. Merenpinnassa voidaan päästä arvoon 1000 W/m^2 . (REHVA ohjekirja, 4)

3.2 Säteily

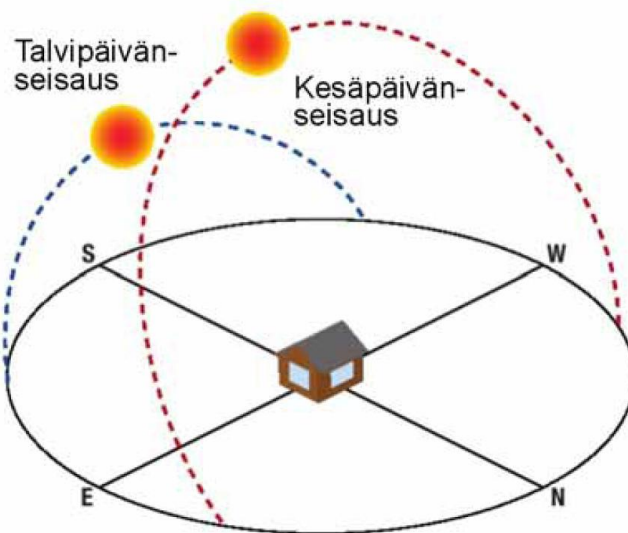
Aurinkosäteily on auringon lähettämää sähkömagneettista säteilyä. Aurinkosäteilyn spektri on 320 - 2500 nm merenpinnan tasossa. Ihmissilmällä näkyvän valon alue on noin 380 - 780 nm. Tämän alueen ulkopuolelle jäävät alueet ovat UV-säteily sekä infrapunasäteily. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 5)

Säteily voidaan jakaa kolmeen osaan 45 % näkyvää valoa, 5 % uv-säteilyä ja 50 % infrapunasäteilyä. Säteilyjakauma vaihtelee auringon korkeuden mukaan. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 5)

Auringon lähettämä infrapunasäteilyn alue (780 - 2500 nm) on lyhytaaltoista infrapunasäteilyä. Lyhytaaltainen infrapunasäteily läpäisee tavallisen ikkunalasin ja muuntuu pitkäaaltoiseksi säteilyksi. Pitkäaaltoinen säteily ei läpäise lasia ja jää rakennuksen sisäpuolelle. Tästä seuraa että huonelämpötila kasvaa kuten kasvihuoneilmiossa. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 6)

3.3 Aurinkokulmat

Auringonsäteilyn voimakkuus riippuu aurinkokulmista. Aurinkokulmat vaihtelevat joka päivä. Vaihtelu johtuu maapallon akselin $23,5^\circ$ kulmasta kiertorataan nähden. Kuvassa 1 on esitetty auringon kulkureitit talvi- ja kesäpäivänseisauksina. Auringon kulma vaikuttaa olennaisesti aurinkosuojauksen suunnitteluun. Talon ulkonemat sekä muut varjojen muodostajat on otettava huomioon niin kesä- kuin talviaikanakin. (REHVA ohjekirja, 5)



KUVA 1 Auringon kulkureitit talvi- ja kesäpäivänseisauksina. (REHVA ohjekirja, 5)

4 SISÄYMPÄRISTÖ

4.1 Lämpötila

Lämpöviihtyvyys syntyy huoneen lämpötilan ja ympäröivien pintojen lämpötilojen yhteisvaikutuksesta. Tätä kutsutaan operatiiviseksi lämpötilaksi. Operatiivinen lämpötila voidaan määrittää huoneen lämpötilan sekä keskimääräisen säteilylämpötilan keskiarvolla. Säteilylämpötila kuitenkin vaihtelee suuresti ikkunalasien lähellä ja tämä vaikuttaa suoraan tilan lämpöviihtyvyyteen.

Huonelämpötilalla vaikuttaa ihmisiin monella tapaa. Liian korkeat lämpötilat työpaikoilla heikentävät työssä jaksamista ja työmotivaatiota, jotka vaikuttavat suoraan tulokseen. Kouluissa korkeat sisälämpötilat heikentävät tutkitusti opiskeluissa menestymistä. (Seppänen. Effect of Temperature ...; Wargocki, Wyon. The Effects of ...; Hägglom, Lämpötilan vaikutus ...)

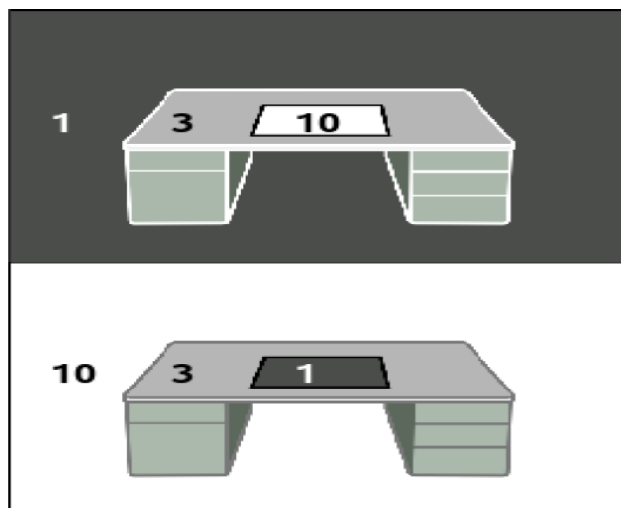
4.2 Visuaalinen ilme ja päivänvalo

Päivänvalolla on suuri merkitys ihmiselle. Valo pitää ihmisen sisäisen kellon ajassa ja vaikuttaa olennaisesti hormonitoimintaan. Valolla ja etenkin valaistusvoimakkuuksien vaihtelulla on vaikutusta ihmisen vireystilaan. Päivänvaloa osataan jo hyödyntää rakennusten valaistuksessa. Keinovaistuksella koitetaan mallintaa päivänvaloa. Päivänvalon hyödyntäminen rakennuksen valaistuksessa on energiatehokasta ja visuaalisesti miellyttävää. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 10)

Visuaalinen viihtyvyys syntyy riittävästä valomäärästä, hyvästä värintoistosta ja näköyhteydestä ulkomaailmaan. Värintoistoindeksi eli Ra-indeksi on suure, jolla mitataan valonlähteen kykyä toistaa värejä verrattuna vertailuvalonlähteeseen. Päivänvalo toistaa kaikkia värejä mitä se lähettää. Auringonvalon värintoistoindeksi on 100 eli paras mahdollinen. Auringonvalolla on haittapuolensa. Liiallinen valo tuo mukanaan suuret kontrastierot ja häikäisy. Päivänvaloa tulee voida hallita. Näin siitä saadaan hyöty irti ja haittavaikutukset minimoitua. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 11)

4.3 Kontrasti ja häikäisy

Kontrasti on näkökentässä olevien pintojen välinen luminanssiero, eli tumman ja vaalean pinnan välinen siirtymä. Hyvän visuaalisen viihtyvyyden suunnittelussa on otettava huomioon huoneen valaistus. Huoneen valaistus koostuu keinovalaistuksesta ja päivänvalosta. Keinovalaistus on hallittavissa valaistuksenohjauksella. Päivänvaloa voidaan hallita aurinkosuojausjärjestelmällä. Aurinkosuojausjärjestelmällä tarkoitetaan aurinkosuojan, ikkunalasien ja automatiikan yhdistelmää. Keinovalaistuksen ja päivänvalon automatisoitua yhdistelmää voidaan pitää parhaana ratkaisuna. Hyvänä käytännön ohjeena voidaan pitää 1:3:10-sääntöä luminanssieroille (kuva 2). (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 10)



KUVA 2. 1:3:10-sääntö (REHVA ohjekirja, 10)

Häikäisy syntyy liian suurista luminanssieroista tai niiden nopeista muutoksista. Häikäisyä esiintyy kahdella eri tavalla suoraikäisy ja epäsuorahäikäisy. Suorahäikäisy tulee suoraan valolähteestä. Epäsuorahäikäisy heijastuu ympäristössä olevista pinnoista. Häikäisyn rajoitukseen on ohjeistukset standardissa SFS-EN-12464. Standardissa on esitetty valaistuksen suunnitteluun liittyviä ohjeistuksia eri tilojen valaistusvaatimuksista. Silmän häikäisykestoisuuden yläraja on noin $10\,000\text{ cd/m}^2$. (K.Kallioharju, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 10)

5 IKKUNAT JA LASIT

Ikkunan tarkoitus on päästää valoa läpi ja säilyttää näköyhteys ulkomaailmaan. Nykyinen arkkitehtuuri suosii suuria lasipintoja, joka lisää auringon tuottamaa lämpökuormaa rakennuksessa. Lämpökuormaa voidaan pienentää ikkunan eri ominaisuuksilla, kuten esimerkiksi selektiivisillä pinnoitteilla. (REHVA ohjekirja, 8; Bioclimattec facades, 55)

Lasien arvioinnissa käytetään lämmönläpäisykerrointa, valonläpäisykerrointa ja auringon energiasäteilyn kokonaisläpäisykerrointa. Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo ($\text{W/m}^2\text{K}$) ilmaisee, kuinka paljon ikkuna läpäisee lämpöä. Valonläpäisykerroin T_v tai τ ilmaisee ikkunan läpäisevän näkyvän valon osuutta. Kokonaisläpäisykerroin eli g-arvo ilmaisee kuinka monta prosenttia auringonsäteilystä pääsee huoneeseen lämpönä. G-arvo voidaan ilmoittaa joko desimaalilukuna tai prosenttina. (REHVA ohjekirja, 17)

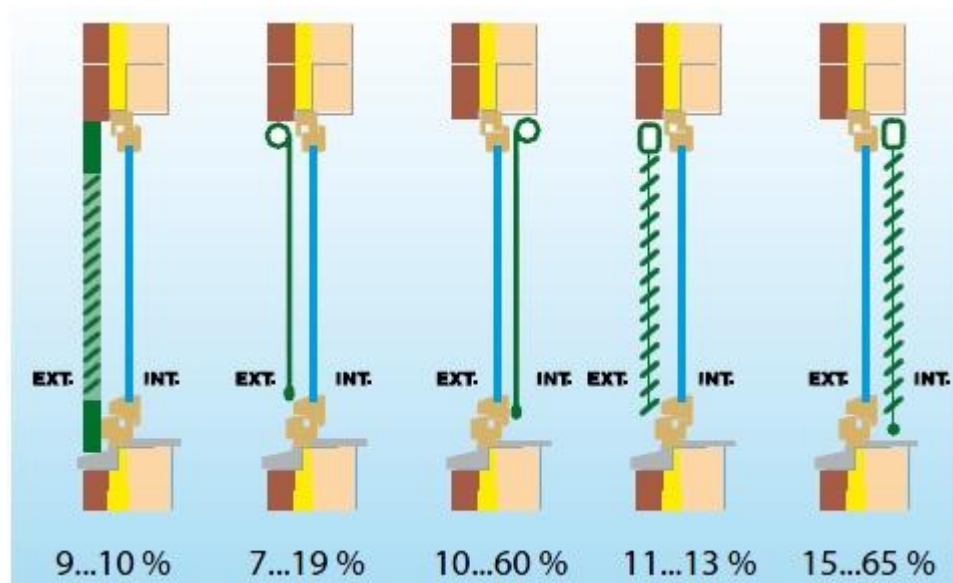
Useimmiten käytetyt ikkunalasit ovat float-lasit, matalaemissiiviset Low-e lasit ja selektiivilasit. Taulukossa 1. on esitetty muutamien ikkunajärjestelmien ominaisuuksia. (REHVA ohjekirja, 17)

TYYPPI	U [$\text{W/m}^2\text{K}$]	g lasi	τ
1-lasi, kirkas 6 mm	5,7	0,86	0,89
2-lasi, kirkas 4-12-4	2,8	0,76	0,81
2-lasi, kirkas, Low-e 4-12-4 Ilma	1,5	0,66	0,77
2-lasi, kirkas, Low-e 4-12-4 Argon	1,3	0,66	0,77
Selektiivilasi 6-16-6 Argon	1,1	0,34	0,59
3-lasi, kirkas, 4-6-4-6-4 Argon	1,9	0,67	0,73
3-lasi, kirkas, Low-e, 4-6-4-6-4 Argon	0,6	0,60	0,74

TAULUKKO 1. Ikkunalasien ominaisuuksia

6 AURINKOSUOJAUS TEKNIikka

Aurinkosuojausjärjestelmät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: sisäpuolisiin, ulkopuolisiin ja integroituihin. Aurinkosuojien g-arvoon eniten vaikuttava tekijä on auringonsäteilyn saapumiskulma. Kuvassa 3 on esitetty ulko- ja sisäpuolisen aurinkosuojauksen g-arvoja. Sälekaihtimille g-arvo annetaan säleiden ollessa kiinni asennossa. (REHVA ohjekirja, 39)



KUVA 3 Ulko- ja sisäpuolisen aurinkosuojauksen g-arvoja (RT 37683)

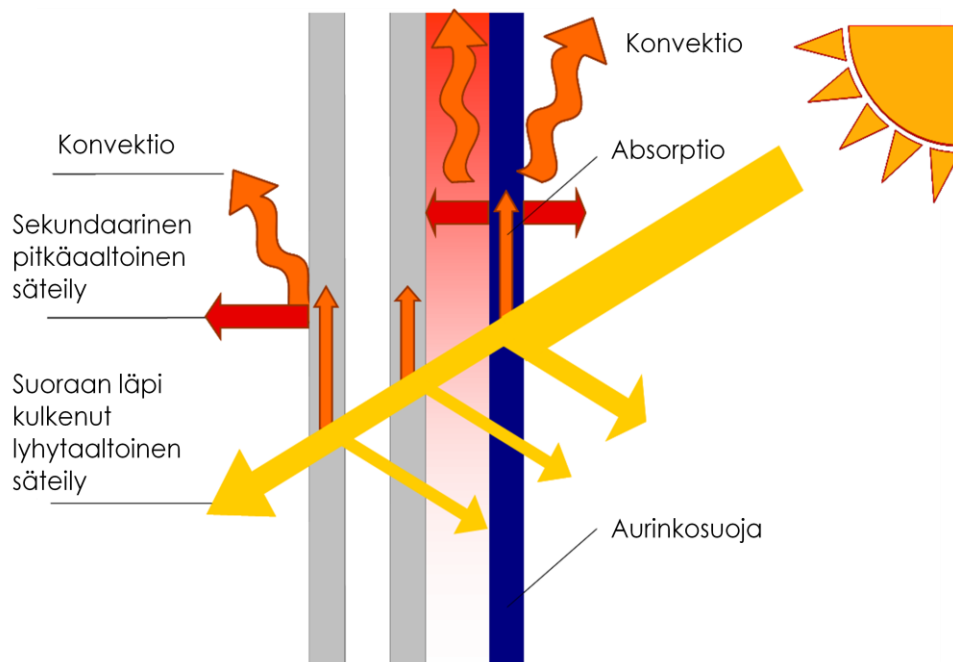
Ulkopuoliset aurinkosuojat voidaan vielä jakaa kiinteisiin ja liikkuviin aurinkosuojiin. Kiinteitä aurinkosuoja-ja ovat esimerkiksi korimarkiisit sekä vaakasäleiköt. Kiinteät aurinkosuojat eivät kykene mukautumaan dynaamisiin tekijöihin sekä käyttäjän vaatimiin tarpeisiin. Liikkuvat aurinkosuojat, kuten ikkunamarkiisi voidaan ohjelmoida toimimaan automaattisesti halutulla tavalla. (REHVA ohjekirja, 19)

6.1 Energiavirrat

Tärkein tekijä lämmönhallinnan näkökulmasta on konvektiona kulkeutuneen lämmön määrä huoneeseen. Konvektiona kulkeutunut lämpö, eli tuntuva lämpö, nostaa nopeasti huoneen lämpötilaa. Tarkoituksena on minimoida konvektiona kulkeutuva lämpö. Tämä voidaan toteuttaa aurinkosuojaimen avulla. Aurinkosuojan absorboima lämpö siirtyy

huoneeseen lämpösäteilynä. Lämpösäteily absorboituu huoneesta rakennuksen termiseen massaan, jonka lämpeneminen vaatii paljon energiaa ja kestää kauan. Tämä hidastaa huoneen lämpötilan nousua. (REHVA ohjekirja, 19)

Ulkopuoliset ratkaisut ovat aina sisäpuolisia ja integroituja ratkaisuita tehokkaampia. Ulkopuolisia ratkaisuita käytetään lähes poikkeuksetta lämmönhallintaan. Lisäksi niillä voidaan myös parantaa visuaalista viihtyvyyttä. Kuvassa 4 on esitetty ulkopuolisen aurinkosuojaimen energiavirtoja kaksilasi-ikkunan kanssa. Jokaisessa kerroksessa heijastuu, absorboituu ja/tai kulkeutuu auringonsäteilyä. Ulkopuolisen ratkaisun tehokkuus perustuu yksinkertaisesti siihen että auringonsäteily osuu ensin aurinkosuojaimeen. Auringonsäteilyn osuessa aurinkosuojaan osa tästä energiasta siirtyy ympäristöön pitkäaaltoisena lämpösäteilynä sekä konvektiona. Pitkäaaltoinen lämpösäteily ei läpäise ikkunaa. Aurinkosuojaimeen sitoutunut lämpö poistuu ilmavirtauksien avulla. (REHVA ohjekirja, 19)

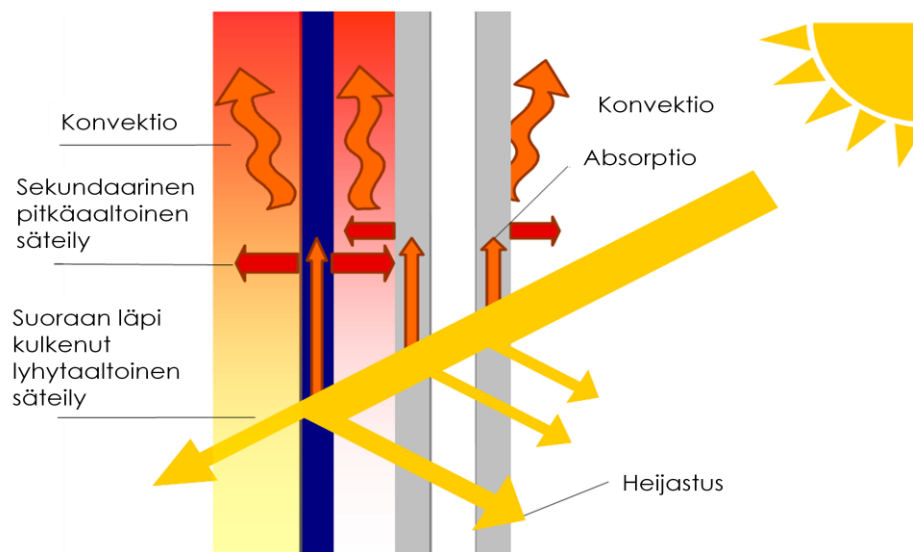


KUVA 4 Ulkopuolisen aurinkosuojaimen energiavirrat (REHVA ohjekirja, 19)

Sisäpuolisia aurinkosuojaimeja käytetään usein valaistuksen, häikäisyn ja sisäympäristön haluttuun säätöön. Sisäpuolisilla suojilla voidaan hallita lisäksi lämpöä. Tällöin sisäpuolisen aurinkosuojaimen suojausmateriaalin tulee olla korkeaeheijasteinen tai hyvä lämmöneriste, joka on varustettu tehokkailla sivujohteilla. Jos aurinkosuojaimeen on hyvä lämmöneriste lämpö jää suojan sekä ikkunan väliin. Tällöin lämpötila voi nousta vaarallisenkin korkeaksi. Liian korkea lämpötila suojan ja ikkunan välisessä onkalossa saa

aikaan lasin lämpölaajenemisen joka voi jopa halkaista lasin. Tämä voidaan ehkäistä tuulettamalla lämmin ilma ulkoilmaan. (REHVA ohjekirja, 20)

Kuvassa 5 on esitetty sisäpuolisen aurinkosuojaimen energiavirrat kaksilasi-ikkunan kanssa. Kun aurinkosuojain on sisäpuolella, lyhyt aaltainen auringonsäteily läpäisee pääosin ikkunan. Energia jää huoneeseen jos säteily ei heijastu aurinkosuojasta. Lämpö jää huoneeseen koska pitkäaaltainen infrapunasäteily ei läpäise ikkunaa (kasvihuoneilmiö). (REHVA ohjekirja, 20)



KUVA 5 Sisäpuolisen aurinkosuojaimen energiavirrat (REHVA ohjekirja, 20)

6.2 Aurinkosuojauksen suunnittelu ja valintakriteerit

Aurinkosuojauksen suunnittelu tulee tehdä jo rakennushankkeen varhaisessa vaiheessa. Rakennuksen energiankulutus on erittäin riippuvainen käytetystä aurinkosuojauksesta. Tämä vaikuttaa jo suoraan rakennuksen mahdollisiin jäähdytyskone hankintoihin. Arkkitehdit yhdessä käyttäjän kanssa valitsevat aurinkosuojaimen myös muiden ominaisuuksien perusteella. Muita ominaisuuksia ovat esim. ulkonäkö, muoti, käytön helppous ja muut tunnepohjaiset valintamotiivit. Lisäksi aurinkosuojaimen huollettavuus on otettava huomioon valintaa tehdessä. (REHVA ohjekirja, 39)

Aurinkosuojauksen suunnittelussa arkkitehdin ja käyttäjän apuna ovat LVI-suunnittelijan lisäksi aurinkosuoja-ammattilainen. Suunnittelussa on olennaista käyttää käyttöön soveltuvia simulointiohjelmia. (REHVA ohjekirja, 39)

7 ULKO- JA SISÄPUOLISET AURINKOSUOJARATKAISUT

7.1 Ulkopuoliset aurinkosuojaratkaisut

7.1.1 Terassimarkiisi



KUVA 6 Terassimarkiisi (Somfy)

Kuvassa 6 on esitetty terassimarkiisi, jota kutsutaan usein myös nivelmarkiisiksi. Markiisikankaan alle sijoitetut nivelvarret muodostavat jännityksen kankaalle. Nivelvarret liikkuvat markiisikankaan mukaisesti, jolloin ne jättävät markiisin alle esteettömän kulutilan. (Pitkäaho. Aurinkosuojaratkaisut, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

Terassimarkiisia käytetään nimensä mukaan usein terasseilla ja patioilla. Lisäksi sitä käytetään esimerkiksi näyteikkunoissa, piha-alueiden ikkunat joiden edessä on jalankulku tai pysäköintitila. Terassimarkiisi muodostaa aina suuren tuulipinta-alan ja tuulen aiheuttama rasitus materiaaleilla ja kiinnityspisteillä on otettava huomioon suunnittelussa ja asennuksessa. (Pitkäaho. Aurinkosuojaratkaisut, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.1.2 Pergolamarkiisi



KUVA 7 Pergolamarkiisi (Somfy)

Pergolamarkiisi (kuva 7) on tukirakenteeseen rakennettu markiisi. Tukirakenteessa olevat sivuohjaimet kuljettavat kangasta tukirakenteen sivuprofiileissa. Sivuohtaimina yleensä toimivat nauhat tai vaijerit. Kankaan etuprofiiliin sijoitetut teräsrousset tai kaa-sumännät muodostavat kankaalle jännityksen. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

Pergolamarkiisin esimerkkikäyttökohteita ovat täyslasiset kasvihuoneet, ravintoloiden ja kahviloiden avonaiset terassit ja patiot. Pergolamarkiisi kestää sääoloja paremmin kuin terassimarkiisi, johtuen sivuprofiilikiinnityksestä. Suunnittelussa on otettava kuitenkin huomioon veden kertyminen kankaalle ja tuuliolosuhteet. Veden kertyminen voidaan estää säätämällä kaltevuus suuremmaksi kuin 10°. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.1.3 Ikkunamarkiisi



KUVA 8 Ikkunamarkiisi (Somfy)

Ikkunamarkiisi, jota usein kutsutaan myös sivuvarsimarkiisiksi on esitetty kuvassa 8. Markiisin sivuvarret kuljettavat kangasta ja muodostavat jännityksen kankaaseen. Sivuo-

varret on sijoitettu markiisikangasta kuljettavan etuprofiilin ja seinärakenteen väliin. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

Monikäyttöinen ja arkkitehtuurisesti monia mahdollisuuksia antava ikkunamarkiisi on eniten käytetyin ratkaisu lämmönhallinnan ja viihtyvyyden parantamiseen ja ylläpitämiseen. Suunnittelussa on otettava huomioon tuuliolosuhteet ja sivuvarsien liike. Sivuvarsien liike voi estää ikkunamarkiisien käytön kulkuväylien kohdalla ja esimerkiksi näyttöikkunoilla katualueen kunnossapitoa ajatellen. Ikkunamarkiisia voidaan käyttää yleisesti rakennusten ylemmissä kerroksissa. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.1.4 Screenkaihdin



KUVA 9 Screenkaihdin (Somfy)

Screenkaihdin(kuva 9) on tehokas ratkaisu lämmönhallinnan ja viihtyvyyden lisäämisen kannalta. Kankaan painotettu alaprofiili on kiinnitetty joko sivukiskoilla tai vaijerilla, jotka varmistavat kankaan luotettavan toiminnan. Screenkaihtimen voi joko asentaa ikkunasyvennykseen tai ikkuna-aukon ympärille. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

Laajan malliston vuoksi screenkaihdin antaa paljon mahdollisuuksia. Tekniset ominaisuudet, väri sekä läpinäkyvyys voidaan valita sopiviksi kohteeseen. Screenkaihtimilla voidaan luoda myös erilaisia taiteellisia sekä elävöittäviä ratkaisuita. Koska screenkaih-

din ei aiheuta haitallisia ulkonemia, sitä voidaan käyttää kaikissa ikkunoissa. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

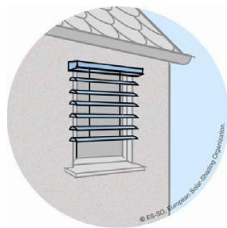
7.1.5 Liukuvarsimarkiisi



KUVA 10 Liukuvarsimarkiisi (Somfy)

Liukuvarsimarkiisi(kuva 10), tunnetaan myös nimellä markisolette on yhdistelmä ikkunamarkiisista sekä screenkaihtimesta. Markiisi avautuu puoliksi pystysuoraan ja tämän jälkeen sivubarret kallistavat markiisin ulospäin. Ominaisuuksiltaan vastaava screenkaihtimen kanssa. Markisolette soveltuu parhaiten korkeisiin ja kapeisiin ikkunoihin. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.1.6 Julkisivusälekaihdin



KUVA 11 Julkisivusälekaihdin (Somfy)

Julkisivusälekaihdin(kuva 11) on tehokas ratkaisu lämmönhallinnan ja viihtyvyyden lisäämisen kannalta. Vaakasuorat säleet voidaan säätää portaattomasti haluttuun kulmaan. Tämä mahdollistaa monia hyödyllisiä ominaisuuksia, riippuen ohjausjärjestelmästä. Vaakasäleillä saadaan esimerkiksi säädettyä valaistusolosuhteita, estettyä häikäisyä ja pimennettyä tila säleiden ollessa kiinni. Yhdistettynä automaattiseen aurinkoseurantaan julkisivusälekaihtimella saadaan paras mahdollinen hyöty irti. Soveltuu hy-

vin käytettäväksi kaikkiin rakennustyyppeihin ja kaikkiin ikkunoihin. (Pitkäaho. Aurinkosuoja järjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.1.7 Sälerullain

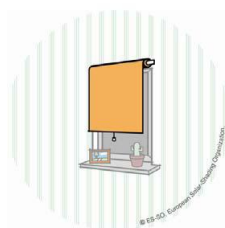


KUVA 12 Sälerullain (Somfy)

Sälerullain(kuva 12), jota kutsutaan myös ikkunarullaimeksi on yleisimmin käytetty aurinkosuoja tuote asuinrakentamisessa. Lämmönhallinnan kannalta sälerullain on yksi tehokkaimmista ratkaisuista. Ikkunarullaimen käyttö parantaa ikkunarakenteen U-arvoa ja pienentää lasipinnan haihtuvuutta. Sälerullaimen läpinäkyvyys on heikko, mutta se estää tehokkaasti häikäisyn ja voidaan käyttää pimennysratkaisuna. Johtuen sälerullaimen rakenteesta, se toimii lisäksi äänieristeenä ja luvattoman tunkeutumisen estäjänä. Soveltuu hyvin kaikkiin ikkunoihin, mutta erityisesti ikkunoihin joihin tarvitsee joitakin edellä mainituista ominaisuuksista. (Pitkäaho. Aurinkosuoja järjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.2 Sisäpuoliset aurinkosuojaratkaisut

7.2.1 Rullakaihdin



KUVA 13 Rullakaihdin (Somfy)

Rullakaihdin (kuva 13) on yleinen ratkaisu viihtyvyyden ja yksityisyydensuojan parantamiseksi. Rullakaihdimmekanismi voi olla joko vapaasti laskeutuva tai sivujohdeprofiilin ohjattu. Rullakaihdin voi olla joko käsi- tai moottorikäyttöinen. Samalle rullakaihdimmekanismille voidaan asentaa erityyppisiä kankaita. Tämä mahdollistaa monta eri käyttötapaa. Erilaisia kankaita voivat olla esimerkiksi pimennysverho tai tekninen screenkangas. Rullakaihdin soveltuu myös videotykillä näyttökankaaksi. Oikean ikkunalasin kanssa rullakaihdin voi toimia myös tehokkaana lämmönhallinta ratkaisuna. Rullakaihdin soveltuu hyvin käytettäväksi jokaiseen rakennustyyppiin. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

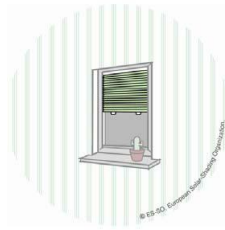
7.2.2 Sälekaihdin



KUVA 14 Sälekaihdin (Somfy)

Sälekaihdin(kuva 14) on Suomessa yleisimmin käytetty aurinkosuoja. Säleiden materiaali on usein alumiinia, puuta tai akryyliä. Alumiiniset sälekaihtimet ovat usein asennettu ikkunan väliin. Sälekaihdin voi olla joko käsi- tai moottorikäyttöinen. Sälekaihdin on tehokas tapa suojautua häikäisyltä ja säätää valaistusolosuhteet halutunlaisiksi. Säleiden ollessa kiinni se tarjoaa hyvin yksityisyydensuojan. Soveltuu käytettäväksi kaikkiin rakennuksiin ja tiloihin. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.2.3 Plissékaihdin



KUVA 15 Plissékaihdin (Somfy)

Plissékaihdin(kuva 15), joka tunnetaan myös nimellä vekkikaihdin on pääsääntöisesti asuinrakennuksiin suunnattu aurinkosuojaratkaisu. Kangas voi olla joko yksinkertainen tai kennorakenteen muodostava. Vekkikaihdin tarjoaa hyvän yksityisyyden- ja häikäisyntuojan. Vekkikaihtimella voidaan vaikuttaa valaistusolosuhteisiin hyvin tehokkaasti. Soveltuu hyvin asuinrakennuksiin aurinkosuojuksi ja toimii myös sisustuselementtinä. (Pitkäaho. Aurinkosuojujärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

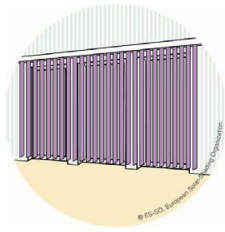
7.2.4 Laskoskaihdin



KUVA 16 Laskoskaihdin (Somfy)

Laskoskaihdin(kuva 16) on sisustukseen hyvin mukautuva aurinkosuoja. Voidaan käyttää myös pimennysratkaisuna. Laskoskaihtimeen on saatavilla monia eri verhokankaita. Sisustuselementin lisäksi laskoskaihtimella voidaan suojautua häikäisyltä ja vaikuttaa valaistusolosuhteisiin. Laskoskaihdin toimii hyvänä yksityisyydensuojana. Soveltuu hyvin asuinrakennuksiin ja rakennuksiin joissa sisustuksella on merkitystä, kuten hotellit. (Pitkäaho. Aurinkosuojujärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

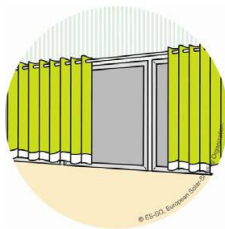
7.2.5 Pystylamellikaihdin



KUVA 17 Pystylamellikaihdin (Somfy)

Pystylamellikaihdin(kuva 17) on tehokas tapa hallita valaistusolosuhteita ja suojautua häikäisyltä. Pystylamellikaihdin voi olla joko käsi- tai moottorikäyttöinen. Pystysuuntaiset lamellit antavat mahdollisuuden valon suuntaamiselle. Soveltuu hyvin korkeisiin ikkunoihin ja ikkunoihin joiden yläosa on vino. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

7.2.6 Pehmeät verhot



KUVA 18 Pehmeät verhot (Somfy)

Pehmeät verhot(kuva 18) on sisustukseen hyvin mukautuva aurinkosuoja. Estää tehokkaasti häikäisyn ja toimii hyvänä yksityisyydensuojana. Voidaan käyttää pimennysratkaisuna. Soveltuu hyvin asuinrakennuksiin, mutta voidaan myös käyttää esimerkiksi hotelleissa tai muissa rakennuksissa missä sisustuksella on merkitystä. (Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas ; REHVA ohjekirja, 40)

8 AUTOMATIikka

Aurinkosuojausjärjestelmän täydellinen hyödyntäminen tarvitsee hyvin ohjelmoidun automaatiojärjestelmän. Automaatiojärjestelmä on kokonaisuus, jolla prosessia valvotaan ja ohjataan. Automaatiojärjestelmän tarkoitus on ohjata aurinkosuojausjärjestelmää halutulla tavalla. Ohjauksen pääprioriteetit ovat sisäilmanlaatu, häikäisyn esto ja energian säästö. Järjestelmä käyttää ohjaukseen erilaisia anturitietoja ulko- ja sisäpuolelta rakennusta. Anturitietojen avulla järjestelmää voidaan ohjata halutulla tavalla ja estää sen rikkoutuminen esimerkiksi voimakkaan tuulen takia. (Piikkilä, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 44)

Energian säästön maksimipotentiaali saavutetaan, kun järjestelmä toimii energiaa säästävän ohjelman mukaisesti. Energiansäästöohjelmassa voidaan esimerkiksi hyödyntää aurinkoseuranta ominaisuutta ja läsnäolotietoa. Aurinkoseuranta säätää ohjattavaa aurinkosuojausjärjestelmän liikkeen mukaisesti. Läsnäolotieto ilmoittaa onko tilassa käyttäjiä. Kuitenkin järjestelmän on myös pystyttävä taipumaan ihmisten yksilöllisiin mieltymyksiin. Energian säästö ei yleensä tarkoita viihtyisintä sisäilmastoa. Tätä varten ohjauksen suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota ja tehdä siitä samalla sekä käyttäjäystävällinen että energiatehokas. Paras hyöty järjestelmästä saadaan kun ohjataan keskitetysti järjestelmää ja lisätään tähän tilakohtaiset säätömahdollisuudet. Tämä lisää merkittävästi käyttäjien tyytyväisyyttä. (V.Piikkilä, luentoaineisto; REHVA ohjekirja, 44)

8.1 Anturit

Anturit ovat järjestelmän tiedonantajat. Anturit lähettävät tietoa sääasemaan, joka vastaanottaa tiedon ja mahdollistaa raja-arvojen asettamisen toiminnoille. Toimintojen raja-arvoja voi olla esim. tuulivaroituksen raja-arvo. Aurinkosuojausjärjestelmän ohjauksen kannalta tärkeimpiä antureita ovat: aurinkoanturi, ulko- ja sisälämpötila-anturi, tuulen nopeus- ja suunta-anturi, sadeanturi ja läsnäolotunnistin. On olemassa myös yhdistelmäantureita, joissa on yhdistetty yksittäisten antureiden ominaisuuksia yhdeksi kokonaisuudeksi. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 19. Aurinkoanturi (Somfy)

Aurinkoanturi on tärkein anturi aurinkosuojauksen kannalta. Aurinkoanturi mittaa suoran- ja hajasäteilyn saapuvan valaistusvoimakkuuden määrän. Anturiin voidaan ohjata asetusarvo tai asetusarvoja, riippuen anturista. Asetusarvon ylittyessä aurinkoanturi antaa tiedon järjestelmälle. (REHVA ohjekirja, 45)

Hyvä aurinkosuojausjärjestelmä tarvitsee usein enemmän kuin yhden aurinkoanturin(kuva 19), sillä jokaisella seinällä on omat valaistusvoimakkuus arvot. Lisäksi rakenteiden, muiden rakennusten tai puiden muodostamat varjot voivat muuttaa valaistusvoimakkuus arvoja seinän eri kohdilla. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 20. Ulkoilman lämpötila-anturi (Somfy)

Ulkoilman lämpötila-anturi(kuva 20) mittaa ulkolämpötilaa. Ulkolämpötila-anturia käytetään usein monissa rakennuksen taloteknisissä järjestelmissä, kuten lämmityksessä. Samaa anturitietoa käytetään aurinkosuojauksessa. Ulkoisten aurinkosuojausmoottoreiden jäätyminen voidaan estää ulkolämpötilatiedon sekä sadeanturin sadetiedon avulla. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 21. Sisäilman lämpötila- ja valoisuusanturi (Somfy)

Sisäilman lämpötila-anturi mittaa sisälämpötilaa. Sisälämpötilatiedon avulla ohjataan usein lämmitystä ja jäähdytystä. Aurinkosuojuksessa sisälämpötilatietoa voidaan käyttää esim. lämmityskautena. Tuolloin on tarve lämmittää tilaa, kun aurinkoanturi ilmoittaa ulkopuolella olevasta aurinkoenergiapotentiaalista, voidaan ohjata aurinkosuojaus ylös ja hyödyntää auringon lämmitysenergiaa. Kuvassa 21 on yhdistelmäanturi, jossa on lämpötila- ja valoisuusanturit. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 22. Läsäolotunnistin (Somfy)

Läsäolotunnistin(kuva 22) ilmoittaa järjestelmälle onko tilassa liikettä. Läsäolotunnistimen tietoa voidaan hyödyntää rakennuksen energiansäästämässä esim. aurinkosuojuksen, ilmanvaihdon, lämmityksen ja valaistuksen osalta. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 23. Tuulianturi (Somfy)

Tuulianturi(kuva 23) mittaa tuulen nopeutta. Anturi muuntaa mittaustiedon muotoon metriä sekunnissa. Tuulianturia käytetään estämään aurinkosuojausjärjestelmän rikkoutuminen voimakkaalla tuulella. Sääasema määrittää tuulennopeus raja-arvon, jolla moottoreille lähetetään tuulivaroitus. Tuulivaroitus ajaa aurinkosuojan kiinni. Tuulianturin sijoituksessa on otettava huomioon mahdolliset esteet, koska ne aiheuttavat ilmanpyörteitä jotka vääristävät mittaustulosta. Raja-arvoja määrittäessä tulee huomioida tuulen arvaamaton käyttäytyminen ja puuskaisuus. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 24. Tuulensuunta-anturi (Somfy) KUVA 25. Yhdistelmäanturi (Somfy)

Tuulensuunta-anturi(kuva 24) mittaa keskimääräistä tuulen suuntaa. Usein yhdistettynä tuulianturiin. Näiden yhdistelmää kutsutaan yhdistelmäanturiksi (kuva 25). Tuulensuunta vaikuttaa aurinkosuojan, esimerkiksi ikkunamarkiisiin, mekaaniseen suojaukseen. Esimerkiksi suurissa rakennuskomplekseissa osa aurinkosuojaamista voi olla suojassa kun tuulee tietyistä ilmansuunnasta. Tällöin näiden aurinkosuojien ei välttämättä tarvitse reagoida tuulivaroitukseen. Pienemmissä kohteissa harvemmin tarvitaan tuulensuunta-anturia. (REHVA ohjekirja, 45)



KUVA 26. Sadeanturi (Somfy)

Sade- ja lumianturi(kuva 26) lähettää 1/0 tiedon sääasemalle kun sataa. Sääasemalla voidaan säätää toiminnan raja-arvoja ja lisätä esimerkiksi viivettä sateen loppumisen varmistamiseksi. Sademittarin tietoa käytetään ulkoisten aurinkosuojaimeiden suojaukseen jäätymiseen sekä lumikuormilta. (Ilmatieteenlaitos, Tuuli ja myrskyt; REHVA ohjekirja, 45-46)

8.2 Väylätekniikka

Aurinkosuojausjärjestelmä on yksi monista rakennusten taloteknisistä järjestelmistä. Taloteknisiä järjestelmiä voidaan pitää yksittäisinä autonomisina alueinaan tai hyödyntää nykyaikaista väylätekniikkaa. Väylätekniikassa kaikki laitteet, jonka toimintoja halutaan yhdistää, ovat kytkettyinä toisiinsa väyläkaapelilla. Yhdistämällä taloteknisiä järjestelmiä saadaan vähennettyä komponentteja ja yhdistettyä eri järjestelmien toimintoja. Laitteet voivat käyttää samoja anturitietoja esimerkiksi ulkolämpötila-anturia, jolloin jokainen järjestelmä ei tarvitse omaa anturia. Yhdistämällä eri järjestelmien toimintoja voidaan esimerkiksi palohälytys tieto yhdistää aurinkosuojaukseen, jolloin hätäpoistumisteiden edessä olevat aurinkosuojat ohjautuvat pakotetusti yläasentoon. (REHVA ohjekirja, 49)

Kaikilla väylään liitettävillä laitteilla on oma yksilöllinen ja looginen osoite. Laitteiden toiminnot ohjelmoidaan loogisiin osoitteisiin käyttäen tarkoitukseen soveltuvia ohjelmistoja. Väylätekniikka mahdollistaa loogiset kytkentämuutokset ilman fyysisen kaapeloinnin muutosta. Väylätekniikka lisää joustavuutta ja muunneltavuutta. Esimerkiksi läsnäolotunnistimen lisääminen onnistuu vaivattomasti lisäämällä se väylään ja ottamalla ohjelmallisesti käyttöön. (REHVA ohjekirja, 49; ABB, Tuoteluettelo)

8.3 Ohjauksen suunnittelu

Aurinkosuojausohjauksen ohjaus on tärkein tekijä aurinkosuojausjärjestelmän hyödyntämisessä. Ohjauksen pääprioriteetit ovat sisäilmanlaatu, häikäisyn esto sekä energian säästö. Pääprioriteetit kuitenkin ovat joskus ristiriidassa keskenään sekä käyttäjän mieltymysten kanssa. Ohjauksen on pystyttävä tasapainottelemaan pääprioriteettien välillä. Ohjausta suunniteltaessa on tärkeää huomioida kohteen tarpeet ja rajat ohjaukselle. Tarvekartoituksella pyritään pitämään ohjaus yksinkertaisena ja käyttöön sopivana. Tärkeää on miettiä mitä toimintoja järjestelmässä tarvitaan ja miksi niitä tarvitaan. (REHVA ohjekirja, 49)

Ohjauksen suunnittelija on kuitenkin harvoin aurinkosuojausjärjestelmän loppukäyttäjä. Suunniteltaessa ohjausta on otettava huomioon käyttäjien mieltymykset ja miten eri toimintoja käytetään. Suunnittelussa on otettava huomioon lisäksi sääolosuhteet. Sääolosuhteet voivat vaihdella erittäin nopeasti, jolloin järjestelmän tulee toimia halutulla tavalla. Esimerkiksi jos aurinkosuoja olisi suoraan yhteydessä aurinkoanturiin ja säätila vaihtelisi nopeasti aurinkoisesta pilviseen tämä aiheuttaisin ns. "jojo" -ilmiön. Lisäämällä viivettä ohjaukseen tämä virhe voidaan korjata. (REHVA ohjekirja, 50)

8.4 Valaistuksen yhdistäminen

Valaistuksen yhdistäminen aurinkosuojaukseen tuo merkittäviä säästöjä. Luonnonvaloa oikein hyödynnettynä voidaan säästää 39 - 89 % valaistuksen käyttämästä energiasta. Valaistuksen ohjauksessa voidaan käyttää anturitietoja, kuten valoisuusanturia ja läsnäolotunnistinta. Valoisuusanturitiedolla voidaan säätää valaistuksen valotehokkuutta ja pitää se vakiona. Läsnäolotunnistin ohjaa valaistuksen pois kun tilassa ei ole käyttäjiä. (K.Kallioharju, luentoaineisto)

Samoja anturitietoja voidaan käyttää hyödyksi aurinkosuojauksessa. Päästämällä luonnonvaloa hallitusti sisään voidaan vähentää valaistuksen käyttämää energiaa, pitäen valoisuustaso kuitenkin halutussa vakioarvossa. (RT 37683; K.Kallioharju, luentoaineisto)

9 OPPILAITOSMATERIAALI

9.1 Sisältö

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa aurinkosuojaus opetusmateriaali KNX-Finland ry:lle. Työssä tulisi käyttää aiempaa KNX-Finland ry:n oppilaitospakettia pohjana. Tehtäväksi annettiin suunnitella 5-6 harjoitusta KNX ympäristöön käyttäen annettuja komponentteja. Komponentit on esitetty tarkemmin kohdassa 9.2 Komponentit. Komponentit toimitti Somfy. Somfy:n yhteyshenkilönä toimi Petteri Pitkäaho.

Tavoitteena oli luoda opetusmateriaali toisen asteen ammatillisen koulutuksen tasolle. Opetusmateriaali vaatii ETS 4 ohjelmiston perus osaamisen, jonka otin huomioon suunnitellessa harjoituksia. Halusin luoda opetusmateriaalista sellaisen, josta itsekin oppisin.

Opiskelin aurinkosuojausta ja sain siihen valtavasti tietoa Petteriltä, Somfy:n yhteyshenkilöltä. Opiskelun ja tietojen pohjalta lähdin miettimään harjoituksia. Harjoitusten suunnittelussa lähdin liikkeelle yksinkertaisista ohjauksista. Tarkoituksena oli saada aurinkosuojausten manuaaliset toiminnot ennen mahdollisia automaatiotoimintoja. Harjoituksissa oli tarkoitus hyödyntää KNX oppilaitospaketin komponentteja, koska tästähän väylätekniikassa on kyse. KNX väylätekniikka mahdollisti komponenttien lisäyksen vaivattomasti. Tämä lisäsi merkittävästi erilaisten yhdistelmien mahdollisuuksia. Opetusmateriaalissa käytin hillitysti yhdistelmiä, koska tarkoitus on opettaa perusteet ja antaa opiskelijoille työkalut luoda mahdollisesti omia uusia ideoita.

Harjoitusten päätoimintoja alkaessa hahmottelemaan aloin miettimään miten ne voidaan toteuttaa ETS 4 ohjelmalla. Latasin laitetiedostot koneelle ja aloin tutkimaan moottoriohjaimen ominaisuuksia. Moottoriohjaimesta löytyi paljon toimintoja, joita oikein yhdistelemällä saisin toteutettua harjoitukset. Tein jokaiseen harjoitukseen listan mitä toimintoja se tarvitsee ja mitkä moottoriohjaimen toiminnot sille linkitetään. Tällä tavoin pystyin helposti seuraamaan esimerkiksi mitkä tulot ovat jo käytössä. Saatuaani harjoitusten pääpiirteet hahmoteltua hyväksytin ne opinnäytetyö ohjaajalla Veijo Piikkilällä sekä Somfy:n yhteyshenkilöllä Petteri Pitkäaholla.

Aurinkosuojausta suunniteltaessa on tärkeää tietää oikeat säätöparametrit. Lisäksi tulee tietää hyväksi havaitut sälekaihtimen säleiden väliasennot. Harjoitusten ollessa yksinkertaisia, tarvitsin vain muutamaan harjoitukseen väliasentoarvoja. Tutkin lähdeaineistoa ja kyselin tietoja Petteriltä. Petteri kertoi yleisesti käytettyjä sekä hyväksi havaittuja säätöarvoja.

Harjoitusten ollessa tarpeeksi valmiina paperilla, aloin miettimään käytännön toteutusta. Sain apua koulun laboratoriomestari Hannu Valkamalta sälekaihtimen ja rullaverhon kiinnitykseen. Johdotukset tein harjoitusten kytkentämallin mukaisesti.

9.2 Komponentit

Harjoitustehtävien suunnittelu lähti liikkeelle kun sain tietää mitä komponentteja tulisin käyttämään. Sain seuraavat komponentit käyttööni:

- Moottoriohjainyksikkö animeo[®] KNX 4 DCE Motor Controller WM/DRM 220-240V AC
- RTS -vastaanotin moottoriohjainyksikköön
- 4 kpl kytkimiä
- 4 kpl radiokytкимиä
- Sälekaihdin
- Rullaverho

Moottoriohjainyksiköllä(kuva 27) voidaan ohjata neljää itsenäistä säädettävää moottorilähtöä. Moottorilähtöihin voidaan kytkeä joko rullaverhoja tai sälekaihtimia. Moottoriohjainyksikössä on yksi ryhmä -sisääntulo, neljä itsenäistä universaalia sisääntuloa sekä neljä RTS radiosisääntuloa. Sisääntuloihin voidaan kytkeä muitakin kytkimiä kuin paketissa olevat kytkimet. Moottoriohjainyksikössä on paljon erilaisia muutettavia parametreja, joka lisää käyttömahdollisuuksia. (Moottoriohjainyksikön käyttöohje)



KUVA 27. Moottoriohjainyksikkö (Somfy)

Moottoriohjainyksikkö on tämän järjestelmän keskusyksikkö. Kaikki ohjelmointi tehdään moottoriohjainyksikköön. Moottorilähtöjen sekä kytkinsisäntulojen toiminnot on ohjelmoitu moottoriohjainyksikköön.

9.3 Harjoitukset

Harjoituksia on viisi sekä moottoriohjainyksikön käyttöönotto, joka voidaan laskea myös yhdeksi tehtäväksi. Harjoituksissa tehdään perustoiminnot, jotka ovat verhon ja sälekaihtimen käsiohjaukset. Perustoimintojen lisäksi harjoituksissa on väliasentojen käyttöä, läsnäolotunnistus, esitystilan simulointi ja automaatio- ja turvatoimien simulointi.

Väliasennot ovat rullaverholla jokin tietty ennalta määritetty aukaisuasento. Sälekaihtimella voidaan tämän lisäksi määrittää säleiden aukaisukulma. Aukaisuasennon määrittämiseksi tulee aurinkosuojaimien aukaisuaika määrittää ohjelmaan. Harjoituksen tarkoituksena on saada käyttöön hyväksi havaittu väliasento yhdellä napin painalluksella, josta sitä voidaan säätää tarvittaessa haluttuun suuntaa.

Läsnäolotunnistus -harjoituksen tarkoitus on estää ylimääräisen lämpökuorman pääseminen sisälle, kun käyttäjiä ei ole paikalla. Harjoituksessa hyödynnetään aiemman oppilaitospaketin sisältämää liiketunnistinta ja sen muunneltavia parametreja. Liiketunnistin

antaa ohjauskäskyn moottoriohjaimelle, kun tietty aika on kulunut liikkeen havaitsemisesta. Moottoriohjainyksikkö ajaa aurinkosuojaimen kiinni -asentoon, jolloin se suojaa haitalliselta auringonsäteilyltä.

Esitystilan simulointi -harjoituksessa on yhdistetty useampia toimintoja. Harjoituksessa rullaverho on ajateltu videotykin valkokankaaksi. Harjoituksen tarkoituksena on saada yhdellä napilla esitystila päälle. Esitystilassa videotykin valkokangas ja sälekaihtimet menevät ala-asentoon sekä yksi aiemman oppilaitospaketin valaistusryhmä pudotetaan 10 %:in valaistustasoon. Tarkoituksena on myös määrittää toiminta kun poistutaan esitystilasta, tällöin valkokangas ja sälekaihtimet menevät ylös sekä valaistus 100 %:in valaistustasolle. Valkokankaalle on lisäksi oma langaton radio-ohjaus käsikäyttöä varten.

Aurinkosuojauksesta saatava täysi hyöty saadaan irti vasta kun automatiikka on suunniteltu hyvin. Automatiikka on harjoituksissa toteutettu kuitenkin erittäin pelkistetysti. Harjoituksissa on simuloitu "aurinkokäsky", jonka tarkoitus on ohjata aurinkosuoja ulos-asentoon. Aurinkokäsky on toteutettu yksinkertaisesti 1/0 -kytkimellä. Simuloinnin vajaan ratkaisun tueksi on opetusmateriaalissa kerrottu, kuinka aurinkokäsky oikeasti muodostuu. Aurinkokäsky moottoriohjaimelle tulee analysoidun anturitiedon takaa, johon on lisätty myös tarvittavat viiveet.

Toinen simulointiharjoitus koskee aurinkosuojaimen mekaanista suojaamista. Harjoituksessa on simuloitu tuulivaroitus. Tuulivaroitus ohjaa markiisin sisä-asentoon kun tuulivaroituksen raja-arvo ylittyy. Harjoituksessa on käytetty 1/0 -kytkintä. Opetusmateriaalissa on kerrottu miten tuulivaroitus muodostuu anturitiedon perusteella ja mihin se vaikuttaa.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda opetusmateriaalia KNX Finland ry:n aiemman KNX oppilaitospaketin jatko-osaksi. Tehtäväksi sain suunnitella sekä toteuttaa kuusi harjoitusta. Aiempi tuntemukseni aurinkosuojauksesta oli heikko, mutta Petterin pitämän aurinkosuojaus kurssin jälkeen aloin hahmottamaan mistä tässä oli kyse. Petteri toimitti minulle Somfy:n tuotteita, joilla harjoitukset tultaisiin tekemään.

Tein harjoitukset sekä niihin liittyvän opetusmateriaalin annetuilla komponenteilla. Käytin apuna Veijolta saatua KNX oppilaitospaketin opetusmateriaalia. Perehtyessäni syvemmälle aurinkosuojaukseen huomasin tärkeän elementin puuttuvan harjoitusympäristöstäni, automatiikan. Anturit, niiden tietojen analysointi ja raja-arvojen muuttaminen olisi tuonut harjoitukset enemmän käytännön läheiseksi. Tarkoitus oli kuitenkin tutustuttaa opiskelijat KNX -väylätekniikalla toimivaan aurinkosuojaus laitteistoon. Moottoriohjainyksikön toiminnan kannalta on kuitenkin yhdenmukaista onko tieto anturilta vai kytkimeltä. Ohjelmointi ETS:llä toteutuu samalla tavalla molemmissa tapauksissa.

Työ oli mielenkiintoinen ja haasteellinen. Opin paljon aurinkosuojauksesta sekä sen käyttömahdollisuuksista.

LÄHTEET

REHVA ohjekirja, Aurinkosuojaus 2011.

Uutta ilmettä ja energiansäästöä markiiseilla. Aurinkosuojaus.fi. Artikkelit 1. Luettu 2.4.2013. <http://www.aurinkosuojaus.fi/uploads/artikkelit/Artikkeli1.pdf>

Auringon suojaa ja energian säästöä aurinkosuojaratkaisuilla. Aurinkosuojaus.fi. Artikkelit 2. Luettu 2.4.2013. <http://www.aurinkosuojaus.fi/uploads/artikkelit/Artikkeli2.pdf>

Aurinkosuojausella suuri merkitys kiinteistöjen energiatehokkuuteen. Aurinkosuojaus.fi. Artikkelit 3. Luettu 2.4.2013.

<http://www.aurinkosuojaus.fi/uploads/artikkelit/Artikkeli3.pdf>

Uutta ilmettä ja energiansäästöä markiiseilla. Aurinkosuojaus.fi. Luettu 2.4.2013. <http://www.aurinkosuojaus.fi/uploads/artikkelit/Artikkeli1.pdf>

EPDB-ohjelma. Ideal EPBD. Luettu 2.4.2013. http://www.ideal-epbd.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=2&lang=fi

RT 37683, Aurinkosuojien, luonnonvalaistuksen ja luonnollisen tuuletuksen automaattiset säätölaitteet.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Finlex.fi. Luettu 2.4.2013. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070487>

Energy saving and CO2 reduction potential from solar shading systems and shutters in the EU-25. ESCORP-EU25. Luettu 2.4.2013. <http://www.es-so.com/documents/ESCORP-EU25.pdf>

BELOK tutkimus. Luettu 2.4.2013.

http://www.lth.se/fileadmin/energi_byggnadsdesign/images/Publikationer/EBD_R_07-15_E_report_English.pdf

Henna Häggblom. Lämpötilan vaikutus työsuoriutumiseen ja viihtyvyyteen. Luettu 2.4.2013.

http://www.sisailmayhdistys.fi/files/attachments/seminaari_2011/haggblom_henna.pdf

Olli Seppänen. Effect of Temperature on Task Performance in Office Environment. Luettu 2.4.2013. <http://eaei.lbl.gov/sites/all/files/LBNL-60946.pdf>

Pawel Wargocki, Dacid P. Wyon. The Effects of Outdoor Air Supply Rate and Supply Air Filter Condition in Classrooms on the Performance of Schoolwork by Children (RP-1257). Luettu 2.4.2013.

<http://www.beslter.org/msp/institute.files/march/articles/Outdoor%20air%20supply%20rate%20on%20performance.pdf>

Alain Liébard, André de Herde. Bioclimatic Facades.

Petteri Pitkäaho. Aurinkosuojajärjestelmät, valinta- ja suunnitteluopas 2010

Tuuli ja myrskyt. Ilmatieteenlaitos. Luettu 2.4.2013.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kysymyksiä-tuuli-ja-myrskyt>

KNX-taloautomaatio Tuoteluettelo 2012. ABB. Luettu 2.4.2013.
http://abb.smartpage.fi/fi/taloautomaatio_tuoteluettelo_2012/

Kari Kallioharju, Valaistustekniikan perusteet. Luentomateriaali 2011.

Veijo Piikkilä, Väylätekniikka. Luentomateriaali 2012.

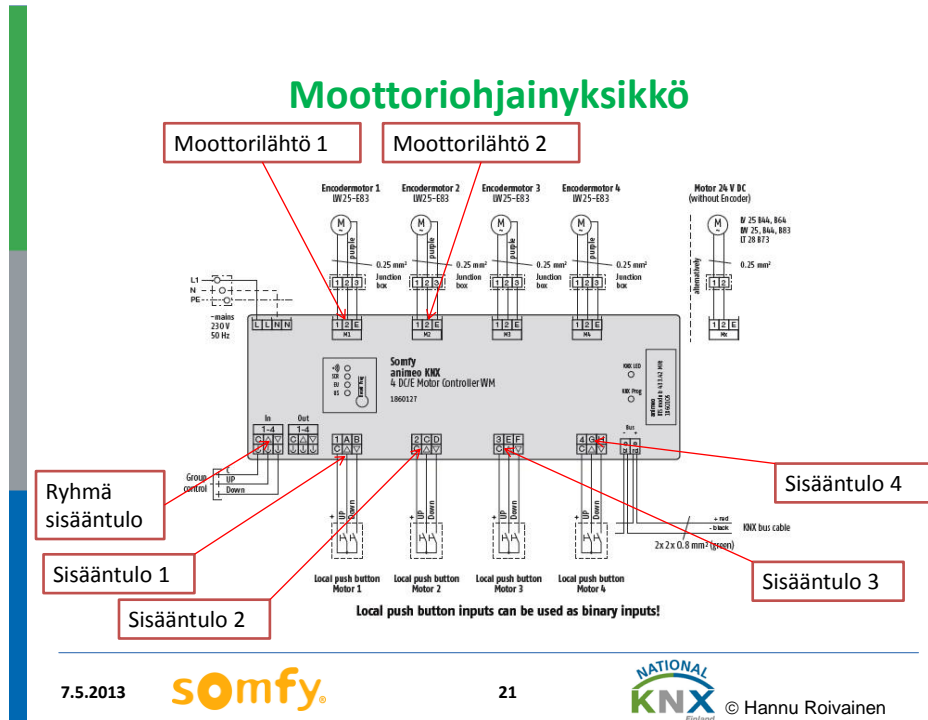
David S. Findley, Solar power for your home

Moottoriohjainyksikön käyttöohje

LIITTEET

Liite 1. Somfy opetusmateriaali

1 (5)



Moottoriyksikön laitetiedostopaketti

- Moottoriyksikön laitetiedostopaketti sekä käyttöohje löytyvät Somfy:n sivuilta www.somfy-architecture.com kohdasta Downloads > animeo KNX
 - Operating manual: animeo KNX Motor Controller 4 DCE EN
 - Software: animeo KNX Motor Controller 4 DCE

animeo KNX	
■ Installation guide	
■ Operating manual	
animeo KNX Master Control W2 WB DE	3.48 Mb
animeo KNX Master Control W2 WB EN	3.48 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 AC DE	10.38 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 AC EN	3.51 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 DC 2A DE	3.81 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 DC 2A EN	2.79 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 DCE EN	3.36 Mb
■ Software	
Product data base Somfy 20091012	506.73 Kb
animeo KNX Master Control TP1 Connector	9.95 Mb
animeo KNX Motor Controller 4 AC	105.56 Kb
animeo KNX Motor Controller 4 DC 2A	235.40 Kb
animeo KNX Motor Controller 4 DCE	312.82 Kb

7.5.2013

somfy

23

NATIONAL KNX
Finland

© Hannu Roivainen

Harjoitus 1: Sälekaihtimen ohjaus

- Sälekaihtimelle määritetään seuraavat toiminnot käyttäen sisääntuloja 1 ja 2:
 - Sisääntulo 1
 - Ylös/Alas
 - Askel/Seis
 - Sisääntulo 2 Ylös painike
 - Väliasento 1: Sälekaihdin 100 % alhaalla, säleet kiinni 40 %
 - Sisääntulo 2 Alas painike
 - Väliasento 2 :Sälekaihdin 50 % alhaalla, säleet kiinni 100 %

Harjoitus 1: Sisääntulon 2 ryhmäobjektit















- Parametrimuutosten jälkeen sisääntulon 2 ryhmäobjektit muuttuvat seuraavanlaisiksi

Numero	Nimi	Objektin Toiminto	Kuva...	Ryhmäosoite...	Pitu...	Y	L	K	S	P	Tietotyy...	Prioriteetti
#66	Motor 2 Block functions	Disabled (0), Enabled (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#67	Motor 3 Block functions	Disabled (0), Enabled (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#68	Motor 4 Block functions	Disabled (0), Enabled (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#78	Input 1: UP/DOWN	A: Up (0), B: Down (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#79	Input 1: Step/Stop	Up (0), Down (1), Stop (0/1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#88	Input 2: C: Switch	On (1), Off (0), Toggle (0/1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#89	Input 2: D: Switch	On (1), Off (0), Toggle (0/1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#94	Input 3: UP/DOWN	E: Up (0), F: Down (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#95	Input 3: Step/Stop	Up (0), Down (1), Stop (0/1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#102	Input 4: UP/DOWN	G: Up (0), H: Down (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#103	Input 4: Step/Stop	Up (0), Down (1), Stop (0/1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala
#160	Main power failure (230V)	No (0), Yes (1)			1 bit	Y	L	K	S	P		Matala

Harjoitus 2: Moottorilähdön parametrit

- Asetetaan moottorilähdön ominaisuusparametrit tehtävän mukaisesti

Laitte: 1.1.10 animeo KNX 4DC/E Motor Controller WM 220-240 V AC

General	Intermediate position 1 UP/DOWN position (0-100%)	60	 
General 2	Slat position (0-100%)	0	 
Motor 1	Intermediate position 2 UP/DOWN position (0-100%)	80	 
Motor 2	Slat position (0-100%)	0	 
Motor 3	Block position orders (1 Byte)	No	
Motor 4	Block slat orders (1 Byte and 4 Bit)	No	
Functions Motor 1	Block UP/DOWN orders (1 Bit)	No	
Functions Motor 2	Block Step/Stop orders (1 Bit)	No	
Functions Motor 3	Block local push button inputs and Somfy RTS orders	No	
Functions Motor 4	Repeat last telegram after security	No	
Binary input 1, A/ B			
Binary input 2, C/ D			
Binary input 3, E/ H			
Binary input 4, G/ H			
General: Binary input 1-4			
Bus safety			
Feedback motor positions			
Safety motor 1-2			
Safety motor 3-4			
General: Radio binary inputs			

7.5.2013



55



© Hannu Roivainen

Harjoitus 3: Läsnäolotunnistus

- Harjoituksessa tehdään yksinkertainen energiaa säästävä ratkaisu käyttäen liiketunnistinta sekä sälekaihdinta.
- Tarkoituksena on estää ylimääräisen lämpökuorman pääseminen sisälle kun käyttäjiä ei ole paikalla.
- Määritetään sälekaihdin toimimaan seuraavalla tavalla:
 - Kun tilassa ei ole tuntiin (1h) havaittu liikettä, liiketunnistin ohjaa sälekaihtimen alas ja säleet kiinni asentoon
 - Tilaan saavuttaessa käyttäjä ohjaa manuaalisesti sälekaihdinta harjoitus 1:sen ohjauksilla
- Liiketunnistimena käytetään KNX harjoitusympäristön Schneiderin KNX Argus 180 liiketunnistinta, joka on osoitteessa 1/1/8.

7.5.2013



68



© Hannu Roivainen

Harjoitus 3: Ryhmäobjektit

- Kun liiketunnistimen parametrit on muutettu on ryhmäobjekteihin ilmestynyt Block 2 ryhmäobjekti
- Ryhmäobjekti toimii parametrien mukaisesti eli:
 - Liikkeen havaitessa ei lähetä käskyä
 - Liikkeen loputtua käynnistää ajastimen, jolloin tunnin (1h) päästä lähettää ON käskyn

Numero	Nimi	Objektin Toiminto	Kuva...	Ryhmäkooste...	Pitu...	Y	L	K	S	P	Tietotyyppi...	Prioriteetti
0	Switch object 1	Block 1		1/1/6	1 bit	Y	-	K	S	-	occupied	Matala
12	Switch object 1	Block 2			1 bit	Y	-	K	S	-	Matala	
109	Status feedback object	Safety pause			1 bit	Y	-	K	-	-	Matala	
110	Status feedback object	Brightness value, dimming actuator			1 Tavua	Y	-	K	S	P	Matala	

7.5.2013

74

© Hannu Roivainen

Harjoitus 4: Moottoriyksikkö

- Seuraavaksi aktivoidaan moottoriyksikön parametreista langaton sisääntulo 3

- 1.1.1 / Huoneohjain Jung Koom controller display compa...
- 1.1.8 Liiketunnistin Schneider KNX ARGUS 180 UP SYST...
- 1.1.9 Kytintoimilaite Berker Universal interface comfort...
- 1.1.10 animeo KNX 4DC/E Motor Controller WM 220-2...

Safety motor 1-2
Safety motor 3-4
General: Radio binary inputs
Radio binary input 1

Radio binary input 1	Yes
Radio binary input 2	Yes
Radio binary input 3	No
Radio binary input 4	Yes
Radio binary input 5	No

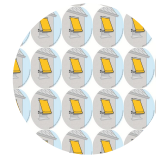
7.5.2013

88

© Hannu Roivainen

Harjoitus 5: Automatiikan simulointi

- Harjoituksessa rullaverho toimii ulkomarkiisina
- Markiisi on ulkopuolinen aurinkosuoja joka estää tehokkaasti auringon lämpösäteilyn säilyttäen samalla näkyvyyden ulkoilmaan
- Harjoituksessa yhdistämme markiisin toimimaan kuvitellun sääaseman säätietojen mukaan
- Harjoituksessa sääaseman toimintakäsky toteutetaan 1/0-kytkimillä



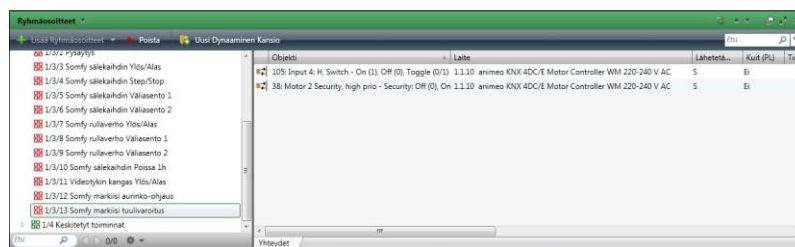
7.5.2013

98

© Hannu Roivainen

Harjoitus 5: Tuulivaroitus

- Lisätään seuraavat ryhmäobjektit ryhmäosoitteeseen Somfy markiisi tuulivaroitus
 - Input 4: H, Switch
 - Motor 2 Security, high prio



7.5.2013

106

© Hannu Roivainen